

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-237616

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

H01P 3/16

(21)Application number : 2000-376354

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 11.12.2000

(72)Inventor : TAKAHASHI TAKESHI

(30)Priority

Priority number : 11353515

Priority date : 13.12.1999

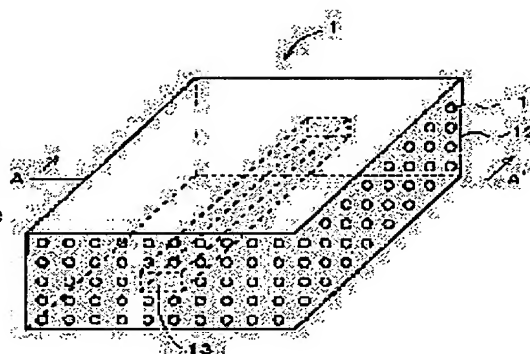
Priority country : JP

(54) TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transmission line suitable for small-loss transmission to be used in high frequency bands and to provide producing method therefor.

SOLUTION: A transmission line 1 is provided with low and high dielectric constant parts 11 and 12 as first and second dielectrics for forming a three-dimensional cyclic structure with a prescribed cutoff frequency band and, as main components a waveguide area 13 which does not have the prescribed cutoff frequency band. The first and second dielectrics are formed by dielectric materials containing ceramic materials.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-237616

(P2001-237616A)

(43) 公開日 平成13年8月31日(2001. 8. 31)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H01P 3/16

H01P 3/16

審査請求 未請求 請求項の数5

O L

(全8頁)

(21) 出願番号 特願2000-376354 (P2000-376354)

(22) 出願日 平成12年12月11日 (2000. 12. 11)

(31) 優先権主張番号 特願平11-353515

(32) 優先日 平成11年12月13日 (1999. 12. 13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 高橋 毅

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100101214

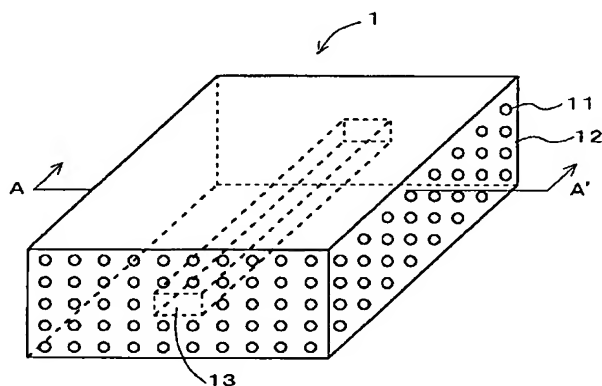
弁理士 森岡 正樹

(54) 【発明の名称】 伝送線路

(57) 【要約】

【課題】本発明は、高周波帯で用いられる伝送線路及びその製造方法に関し、低損失伝送特性を発揮するのに適した伝送線路を提供することを目的とする。

【解決手段】伝送線路1は、所定の遮断周波数帯の働きを担う三次元周期構造を形成する第1の誘電体としての低誘電率材料部11と第2の誘電体としての高誘電率材料部12、および所定の遮断周波数帯を保有しない導波路領域13を主要構成要素として備えている。第1及び第2の誘電体は、セラミック材料を含む誘電体材料で形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の比誘電率を有する第 1 の誘電体と、前記第 1 の比誘電率と異なる第 2 の比誘電率を有する第 2 の誘電体と、前記第 1 及び第 2 の誘電体を所定の周期で配列した周期構造と、高周波帯で所定の電磁波の伝搬を禁制するように前記第 1 及び第 2 の比誘電率と前記周期とに基づいて規定される所定の遮断周波数帯とを備えていることを特徴とする伝送線路。

【請求項 2】請求項 1 記載の伝送線路であって、前記周期構造は、前記第 1 及び第 2 の誘電体を所定の周期で三次元に配列した三次元周期構造であることを特徴とする伝送線路。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 に記載の伝送線路であって、前記第 1 及び第 2 の誘電体は、セラミック材料を含む誘電体材料で形成されていることを特徴とする伝送線路。

【請求項 4】請求項 3 記載の伝送線路であって、前記第 1 及び第 2 の誘電体の誘電体材料は、同時焼成可能であることを特徴とする伝送線路。

【請求項 5】請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の伝送線路であって、前記周期構造が形成されていない伝送領域を含んでいることを特徴とする伝送線路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として高周波帯（本願では、マイクロ波帯、準ミリ波帯、ミリ波帯、またはサブミリ波帯を含むものとする）で用いられる伝送線路に関する。

【0002】本発明は、衛星通信機器や移動体通信機器、無線通信機器、高周波・超高周波通信機器、及びそれらの基地局等で用いられる共振器および発振器、方向性結合器、分岐路、フィルタ、IC 用回路基板等を構成する所定の遮断周波数帯を有する伝送線路に用いて好適である。

【0003】

【従来の技術】マイクロ波帯から準ミリ波帯、ミリ波帯、サブミリ波帯に亘る高周波・超高周波通信において、共振器やフィルタ等を構成する基本技術として、伝送線路が用いられている。この伝送線路には、マイクロ波帯ではストリップラインやコプレーナ線路、あるいはトリプレート線路が広く使用され、ミリ波帯においては NRD 線路が使われている。

【0004】従来のマイクロ波帯伝送線路においては、例えば、「マイクロ波」（東京大学出版会、1983 年）に記載されているように、ポリマー材料やセラミック材料の表面若しくは内部に、銅（Cu）や銀（Ag）等の金属からなる電極を形成することにより、ストリッ

プラインやコプレーナ線路、トリプレート線路を構成している。ミリ波帯においては、例えば、日本国特許第 2692328 号公報では、図 10 に示すように、誘電体ストリップ 82 を金属部 81 で挟み込んだ構成からなる NRD 線路が伝送線路として用いられている。

【0005】一方、フォトリソ・バンドギャップを有したフォトリソ・クリスタルは、光通信システム向け光導波路や光フィルタ等への応用を狙って、屈折率変化領域を形成した実施例が特開平 11-218627 号公報に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ストリップラインやコプレーナ線路においては、伝送用電極が誘電体部の外面に配置されているため、外部空気中への電磁界放射損失があり、伝送線路全体の損失が大きいという問題がある。また、電磁界が集中している伝送用線路が外面へ露出しているため、外界ノイズの影響も受け易い。

【0007】トリプレート線路においては前述の問題は発生しないものの、電極を誘電体内部へ形成するために、電極と誘電体界面反応の発生から空隙やクラック、デラミネーションが生じたり、あるいは原子拡散が生じたりして、製品の品質が一定しない問題がある。また、セラミック材料を誘電体部へ使用する場合には、電極が溶融しないような低温で緻密に焼結できる誘電体を別個に開発する手間が必要である。

【0008】NRD 線路においては、構成部材が多いため、組立に高コストを要している。また、組立バラツキから伝送特性が不安定になるというデメリットも存在する。別個である金属板と誘電体ストリップを組み合わせるという形式から集積化には不向きであり、他のデバイスとのコンビネーションが難しいため、高周波・超高周波モジュールの製品開発へ制約を加えている。

【0009】ストリップラインおよびコプレーナ線路、トリプレート線路、NRD 線路の全ての伝送線路は誘電体部と金属部から構成されているため、その伝送損失には、誘電体材料に由来する誘電損失のみならず、金属部による金属損失も付加されている。また、比重の大きい金属を含有するため、デバイスが重くなる問題点もある。

【0010】フォトリソ・クリスタルに関しては、現状の技術は全て光通信向けであり、材料には半導体を使用されており、その低誘電率特性から高周波帯・超高周波帯での使用には波長短縮効果が小さく、デバイスが大きくなってしまいうという問題を抱えている。さらに、半導体材料間では比誘電率の比が小さいため、高周波帯・超高周波帯における遮断周波数帯が狭くなってしまいう。例えば、比誘電率が 12.0 のシリコン（Si）と、比誘電率が 13.1 のガリウム砒素（GaAs）との間では、僅かに 1.1 倍の比誘電率の比しか得られない。ま

た、フォトニック・クリスタル形成には、半導体プロセスとして、例えば、イオン交換法および紫外光照射、フォトリソグラフィ、反応性イオンエッチングの組み合わせが必要となり、非常に複雑かつ高コストな製造工程が要求されている。

【0011】本発明の目的は、低損失伝送特性を発揮するのに適した伝送線路を提供することにある。また、本発明の目的は、低損失特性を発揮するのに適した伝送線路を再現性よく且つ安価に製造できる伝送線路を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、第1の比誘電率を有する第1の誘電体と、前記第1の比誘電率と異なる第2の比誘電率を有する第2の誘電体と、前記第1及び第2の誘電体を所定の周期で配列した周期構造と、高周波帯で所定の電磁波の伝搬を禁制するように前記第1及び第2の比誘電率と前記周期とに基づいて規定される所定の遮断周波数帯とを備えていることを特徴とする伝送線路によって達成される。上記本発明の伝送線路であって、前記周期構造は、前記第1及び第2の誘電体を所定の周期で三次元に配列した三次元周期構造であることを特徴とする。

【0013】また、上記本発明の伝送線路であって、前記第1及び第2の誘電体は、セラミック材料を含む誘電体材料で形成されていることを特徴とする。さらに、前記第1及び第2の誘電体の誘電体材料は、同時焼成可能であることを特徴とする。また、上記本発明の伝送線路であって、前記周期構造が形成されていない伝送領域を含んでいることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態による伝送線路を図1乃至図9を用いて説明する。まず、本実施の形態による伝送線路の概略の構成を図1及び図2を用いて説明する。図1は本実施の形態に係る所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の一例を示す斜視図であり、図2は図1のA-A'線で切断した断面を示している。

【0015】本実施の形態による伝送線路1は、所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えている。伝送線路1は、所定の遮断周波数帯の働きを担う周期構造

$$\text{rot } \vec{E}(\vec{r}, t) + \frac{\partial \vec{B}(\vec{r}, t)}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

但し、

\vec{B} : 磁束密度

\vec{E} : 電界

\vec{r} : 座標

t : 時間

の回転を考えることから、

を形成する第1の誘電体としての低誘電率材料部11と第2の誘電体としての高誘電率材料部12、および所定の遮断周波数帯を保有しない導波路領域（伝送領域）13を主要構成要素として備えている。また、図4に示すように第1の誘電体として高誘電率材料部12を用い第2の誘電体として低誘電率材料部11を用いるようにしてもよい。

【0016】ここで、本実施の形態による伝送線路1で、所定の遮断周波数帯が発生する原理について説明する。高周波・超高周波帯において、真空中で波長 λ の電磁波が、比誘電率 ϵ_r の物質中を伝搬する場合、波長短縮効果が起こり、 $\lambda/\sqrt{\epsilon_r}$ の波として実際に伝わることになる。もし、この物質に周期 a の境界条件が存在すると、以下の条件を満たすときには入射波が反射波のうち消されるBragg反射が発生する。

【0017】

【数1】

$$\frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r}} = 2a \quad (1)$$

【0018】この物質が三次元的に、比誘電率の異なる誘電体により、周期構造を形成していたとすれば、上記のような波長を有する電磁波はあらゆる方向への伝搬を遮断される。つまり、物質が x 、 y 、 z 方向の全てに対して、周期 a の境界条件を有する場合には、

【0019】

【数2】

$$f = \frac{c}{2a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

【0020】の周波数はもはや、波として存在できないことになる。ただし、 c は光速である。このように、比誘電率の異なる誘電体で三次元の周期構造を形成し、その周期と比誘電率をコントロールすることにより、物質中の全方向に対する一切の伝搬を禁制する遮断周波数帯を作り出すことができる。以上を理論的にマスクウェル方程式から考えてみる。電磁場を記述した下記の方程式

【0021】

【数3】

【数 4】

$$\Delta \bar{E}(\bar{r}, t) = -\frac{1}{c^2} \times \frac{\partial^2 \bar{E}(\bar{r}, t)}{\partial t^2} \quad (4)$$

【0023】が得られる。3次元周期構造を考えているので、この物質には、通常の結晶と同様なブロッホの定理が成立し、周期格子の基本並進ベクトル

【数 5】

$$\bar{v}_{kn}(\bar{r} + \bar{a}) = \bar{v}_{kn}(\bar{a}) \quad (5)$$

但し、 \bar{V} は周期的ポテンシャル

を満たすベクトル値関数を用いれば、式(3)の固有関数は、

【0025】

【数 7】

$$\bar{E}_{kn}(\bar{r}) = \bar{v}_{kn}(\bar{r}) \exp(i\bar{k} \cdot \bar{r}) \quad (6)$$

と表すことができる。ここで、

【0026】

【数 8】

 \bar{k}

$$(\bar{k} + \bar{G})^2 = k^2 \quad (7)$$

【0029】波動ベクトル

【数 11】

 \bar{k}

$$\bar{k} = \pm \frac{1}{2} \bar{G} = \pm \frac{n\pi}{\bar{a}} \quad (8)$$

【0030】となる。ここで、三次元周期構造を結晶と同様に考えて、ベクトル

【数 13】

 \bar{G}

は逆格子ベクトルである。次々と Bragg 反射が発生する場合には、波がどの方向にも進めない定在波の状態になり、この定在波は以下の二つの進行波

【0031】

【数 14】

$$\exp(i\bar{k} \cdot \bar{r})$$

$$\exp(-i\bar{k} \cdot \bar{r})$$

【0032】の組み合わせで考えることができる。この進行波が三次元的に比誘電率の異なる誘電体による周期構造内に存在した場合、そのポテンシャルエネルギーが異

に対して、

【0024】

【数 6】

【0027】は第一ブリルアンゾーン内の波動ベクトル、nはバンドを指定する整数である。波動ベクトル

【数 9】

 \bar{k}

を持つ波が回折を起こすための Bragg 反射の条件は、式(7)で示され、

20 【0028】

【数 10】

*は、

【数 12】

40

なり、結晶のバンドギャップに相当する、電磁波の伝搬を禁制する遮断周波数帯が生まれることになる。

【0033】さて、図1及び図2に戻り、低誘電率材料部11には、比誘電率の低い特性を有するセラミック材料やガラスコンポジット材料等が使用される。広帯域な遮断周波数帯を形成するためには、低誘電率材料部11と高誘電率材料部12の比誘電率の比が大きいほど有利なため、低誘電率材料部11の比誘電率は小さい程よい。比誘電率が1.0である空気を低誘電率材料部11として用いることも不可能ではないが、製品の信頼性及強度を考慮し、ガラス主体の誘電体材料が使用される。例えば、特願平11-091941号で提案された BaO-SiO₂-Al₂O₃-B₂O₃系材料や SiO₂系材料、B₂O₃系材料、2MgO-SiO₂系材料、Al₂O₃系材料、Al₂O₃-TiO₂系材料、ZrO₂系材料等がその低誘電率および低誘電損失から好ましく使われる。

【0034】高誘電率材料部12には、比誘電率の高い

50

特性を有するセラミック材料やガラスコンポジット材料等が使用される。上述のように、広帯域な遮断周波数帯を形成するためには、高誘電率材料部 12 の比誘電率は大きい程よい。例えば、特願平 11-70005 号で提案された $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}_2-\text{CuO}$ 系材料や $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 系材料、 TiO_2 系材料、 $\text{BaO}-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 系材料、 $\text{BaO}-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SrTiO}_3$ 系材料、 $\text{BaO}-\text{PbO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 系材料、 $\text{BaNd}_2\text{Ti}_5\text{O}_{14}$ 系材料、 $\text{BaSm}_2\text{Ti}_5\text{O}_{14}$ 系材料、 $\text{Ba}(\text{Zn}, \text{Nb})\text{O}_3$ 系材料、 BaTi_4O_9 系材料、 $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ 系材料、 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系材料、 $\text{Ba}(\text{Zn}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系材料、 $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ 系材料、 $\text{MgTiO}_3-\text{CaTiO}_3$ 系材料等がその高誘電率および低誘電損失から特に好ましい。

【0035】導波路領域 13 は、周期構造以外の部分であるため、所定の遮断周波数帯を有さない。従って、導波路領域 13 には、セラミック材料やガラスコンポジット材料等、如何なる材料を使用しても構わない。好ましくは、電磁波の伝搬を担う領域のため、伝送線路の伝搬周波数において低誘電損失特性を保有する材料が有利である。安価に製造することを考慮すると、導波路領域 13 には、低誘電率材料部 11 若しくは高誘電率材料部 12 の材料を重複して使用することが望ましい。

【0036】遮断周波数帯域を安定に保つため、かつ、伝送特性の温度依存性をなくすため、低誘電率材料部 11 と高誘電率材料部 12、導波路領域 13 の比誘電率温度係数はゼロに近い方が好ましい。その場合、広い温度範囲に亘って安定な周波数温度特性を保証できる伝送線路を供給することができる。但し、低誘電率材料部 11 と高誘電率材料部 12、導波路領域 13 の温度安定性が悪い場合でも、外部に温度ドリフトを補償する機構を備え付けた場合はこの限りでない。

【0037】上述の構成により作製された所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路 1 において、低誘電率材料部 11 と高誘電率材料部 12 による周期構造から形成された、所定の遮断周波数帯域内の周波数が伝搬する場合には、周期構造内への電磁波侵入が禁制されるため、全電磁波は導波路領域 13 へ集中し、この導波路領域 13 に沿って伝搬することになる。従って、伝送線路以外への放射損失が一切発生しない低損失な伝送線路が得られる。また、導波路領域 13 を外部と接しないクローズ構造に作製することが可能なため、外界ノイズの影響も一切受けない。

【0038】加えて、本実施の形態の構造によると、従来の伝送線路において必須であった金属電極部を用いないため、伝送線路の損失に金属損失が寄与せず、高効率伝送が可能になる。さらに、金属電極部を含有しないため、金属電極と誘電体間において、界面反応が発生しない、相互拡散が起きない、空隙やクラック、あるいはデ

ラミネーションが生じない、また、軽量である等の利点が挙げられる。これらの特徴によりデバイス製品を安定に、且つ再現性良く供給することができるようになる。

【0039】その他、図 10 に示した NRD 線路と比較して、本実施の形態による伝送線路 1 は、異種の誘電体を一度に焼成して作製できるため（同時焼成可能という）、構成部品が少なく、組立工程も必要としないため、安価かつ容易に安定な製品を作製できることも特徴である。

【0040】本実施の形態による伝送線路 1 は、集積化が簡単なため、伝送線路を基本構成部として、共振器や発振器、方向性結合器、分岐路、フィルタ、IC 用回路基板等へ応用することが可能である。

【0041】なお、上述の低誘電率材料部 11 と高誘電率材料部 12 による周期構造を形成する際は、シート積層工程、プレス成形工程、印刷工程、塗布工程、インクジェット工程、バブルジェット工程、スパッタリング工程、蒸着工程、CVD 工程、結晶成長工程、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、融着工程、接着工程、マウント工程の何れかの工程を有する製造方法もしくはそれらの組み合わせによる製造方法を使用する。これにより、半導体プロセスのような、非常に複雑かつ高コストな製造工程を必要としないメリットが得られる。

【0042】

【実施例】以下、具体的に実施例を用いて本実施の形態による伝送線路 1 について説明する。

【実施例 1】実施例 1 による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路 1 は、既に説明した図 1 及び図 2 に示した構造を有している。低誘電率材料部 11 には、比誘電率が 6.4 である $\text{BaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ 系材料を用いている。高誘電率材料部 12 と導波路領域 13 には、比誘電率が 75.4 である $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}_2-\text{CuO}$ 系材料を共に使用している。これらの材料による組み合わせでは、周期構造において、11.8 倍もの比誘電率の比を実現できるので、広帯域な遮断周波数帯を実現することができる。

【0043】次に、本実施例による伝送線路 1 の製造方法について図 3 を用いて説明する。図 3 (a) ~ (d) は伝送線路 1 の製造工程を説明する斜視図である。まず図 3 (a) に示すように、高誘電率材料部 12 となる $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{ZnO}_2-\text{CuO}$ 系材料を粉碎して作製した粉体材料を、有機ビヒクルに分散し塗料としてドクターブレード法にてフィルム上に塗布し、グリーンシート 12a を作製する。

【0044】次に、図 3 (b) に示すように、有機溶剤により希釈した低誘電率材料部 11 である $\text{BaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ 系材料を有機ビヒクルに分散し、印刷塗料を作成する。この塗料をグリーンシート 12a 上に印刷する。本工程はスクリーンマスクを使用し

たスクリーン印刷であるため図3 (b) に示すドット形11aのように、所望の形状大きさの低誘電率材料部を形成することができる。

【0045】以上の手順により作製したドット11a付きの複数枚のグリーンシート12aを、図3 (c) に示すように重ね合わせて金型へ投入して熱圧着により積層させることにより、図3 (d) に示すような3次元周期構造を作製することができる。但し、重ね合わせを行うグリーンシート12aのいずれかには周期構造を崩した導波路領域13を含む層が含有している。その後、所望の形状に分割後、焼成を行うことにより、異種の誘電体を一度に焼成した伝送線路1を得ることができる。

【0046】本実施例においては、導波路領域13が高誘電率材料にて形成されているので、低伝送損失の利点以外にも、伝搬周波数の波長短縮効果があり、ダウンサイジングの要望に応えることが可能である。誘電体内の波長は比誘電率の平方根に反比例するので、導波管を使用するのに比べて $1/\sqrt{75.4}$ (= $1/\sqrt{75.4}$) の小型化を実現でき、テフロン (登録商標) を利用したNRD線路に比べて $1/\sqrt{6.0}$ ($=1/\sqrt{2.1/75.4}$) の小型化を実現することができる。

【0047】【実施例2】本実施例2による伝送線路1を図4に示す。図4は、本実施例に係る所定の遮断周波数帯を有する二次元周期構造を備えた伝送線路1を示す斜視図である。低誘電率材料部11と導波路領域13には比誘電率が3.6である SiO_2 系材料を用い、複数の柱状構造物が周期的に配列する高誘電率材料部12には比誘電率が38.8の $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ 系材料を用いている。

【0048】次に、本実施例による伝送線路1の製造方法について図5を用いて説明する。図5 (a) ~ (e) は伝送線路1の製造工程を示している。まず、図5

(a) に示すように、高誘電率材料部12である $\text{Ba}_2\text{Ti}_9\text{O}_{20}$ 系材料を粉砕して作製した粉体材料を用い、有機ビヒクルに分散し塗料としてドクターブレード法にてフィルム上にグリーンシート12aを作製する。同様の手法にて、低誘電率材料部11である SiO_2 系材料のグリーンシート11aも作製する。

【0049】次に、図5 (b) に示すように、高誘電率材料で作製された1枚のグリーンシート12a上に、複数枚の低誘電率材料グリーンシート11aを重ねて金型へ投入して熱圧着により積層化を行う。

【0050】次に、図5 (c) に示すように、所定のマスクを用いてドライエッチングにより基板上面 (グリーンシート11aに関してグリーンシート12aと反対側の面) からエッチングを行い、所定領域の低誘電率材料11を高誘電率材料基板12aが露出するまで除去して、周期的に配列された複数の円柱状の孔を形成する。

【0051】次に、図5 (d) に示すように、エピタキシャル結晶成長法を用いて基板上面まで高誘電率材料1

2を円柱状の孔内に形成し、図5 (e) に示すように、最下層の高誘電率基板12aを削除することにより、二次元周期構造の伝送線路を作製することができる。基板中央部には孔を形成しないようにして、周期構造を崩した導波路領域13が配置される。その後、所望の形状に分割してから焼成することにより、異種の誘電体を一度に焼成した所定の遮断周波数帯を有する二次元周期構造を備えた伝送線路1を得ることができる。

【0052】本実施例においては、導波路領域13が低誘電率材料にて形成されているので、低伝送損失の利点以外にも、伝搬速度を速める効果があり、高速通信に対応することができる。なお、誘電体媒質中の伝搬速度 (位相速度) は比誘電率の平方根に反比例する。

【0053】【実施例3】本実施例3において、所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路1における、遮断周波数帯の働きを電磁界計算法によって明らかにする。本実施例3の三次元周期構造モデル2は図6に示した構造を有しており、低誘電率部11には比誘電率が4.0の材料を、高誘電率部12には比誘電率が42.4の材料を用いている。図6において、周期構造の周期、すなわち、高誘電率部12ドットの中心間隔を4.5mmに、高誘電率部12ドットの半径を0.80mm (占有率0.1) に定めた。電磁界計算法には、計算精度が高く、計算時間の短縮が図られる、時間領域差分法 (FD-TD) を使用した。以上のモデル構造によるシミュレーションの結果を図7に示すが、広帯域かつ減衰が大きい、遮断周波数帯が確認された。従って、三次元周期構造を備えた伝送線路1においては、十分に実用的な遮断周波数帯を具備していることが分かる。

【0054】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、図8に示すように、低誘電率材料部11をメッシュ形状に設けることにより、3次元周期構造を実現することもできる。また、図9に示すように、導波路領域13をL字型やコの字型等に曲げることにより、電磁波の伝搬方向を任意に変更することができる。

【0055】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、低損失伝送特性を発揮するのに適した、所定の遮断周波数帯を有する二次元又は三次元周期構造を備えた伝送線路を提供することができる。また、さらに本発明の効果として、低損失特性を発揮するのに適した、所定の遮断周波数帯を有する二次元又は三次元周期構造を備えた伝送線路を再現性良くかつ安価に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の実施例1を示す斜視図である。

【図2】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数

帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の実施例 1 の断面図である。

【図 3】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の実施例 1 の製造方法を示す概略図である。

【図 4】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する二次元周期構造を備えた伝送線路の実施例 2 を示す斜視図である。

【図 5】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する二次元周期構造を備えた伝送線路の実施例 2 の製造方法を示す概略図である。

【図 6】本発明の一実施例の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造モデルの実施例 3 の斜視図である。

【図 7】本発明の一実施例の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造モデルの実施例 3 の伝送特

性図である。

【図 8】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の変形例を示す斜視図である。

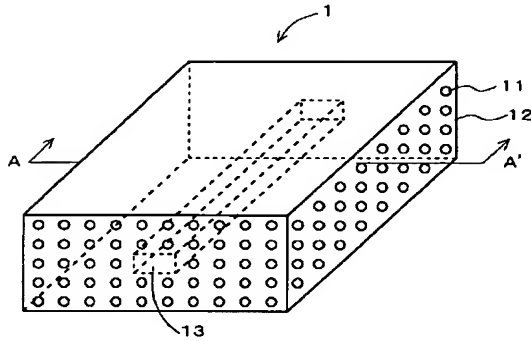
【図 9】本発明の一実施の形態による所定の遮断周波数帯を有する三次元周期構造を備えた伝送線路の他の変形例を示す斜視図である。

【図 10】従来の NRD 線路を示す斜視図である。

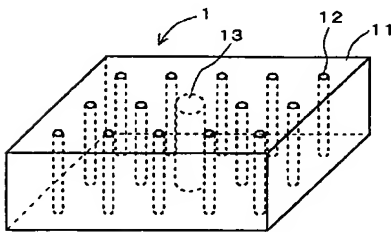
【符号の説明】

- 1 伝送線路
- 2 三次元周期構造モデル
- 11 低誘電率材料部
- 12 高誘電率材料部
- 13 導波路領域
- 81 金属板
- 82 誘電体ストリップ

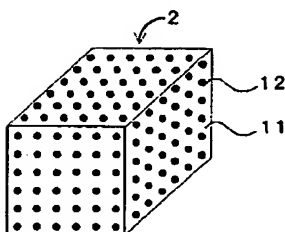
【図 1】



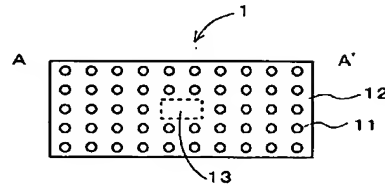
【図 4】



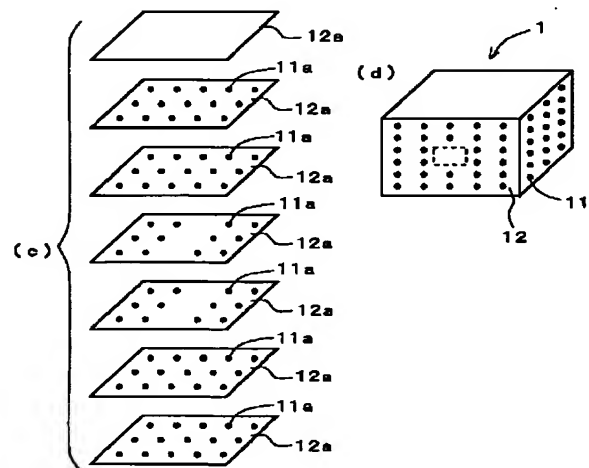
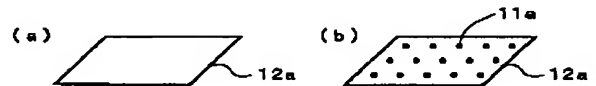
【図 6】



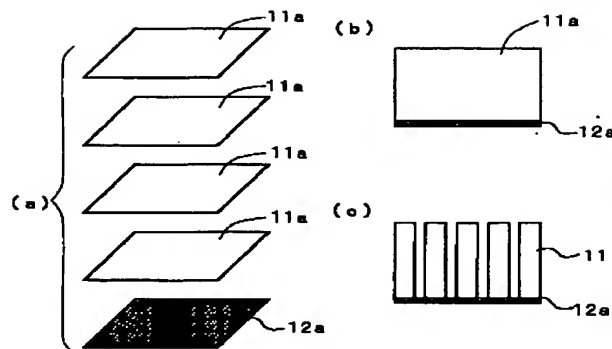
【図 2】



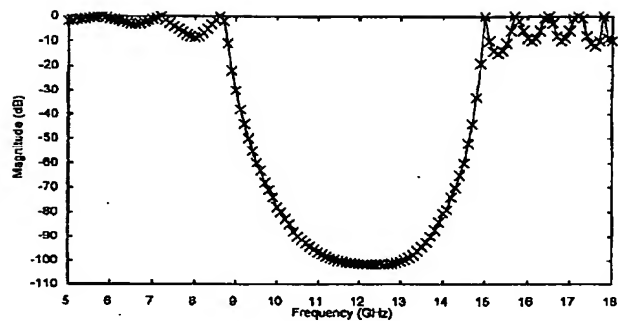
【図 3】



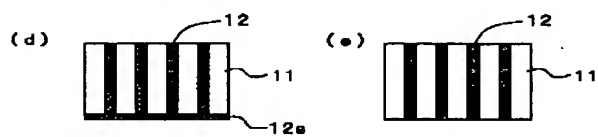
【図5】



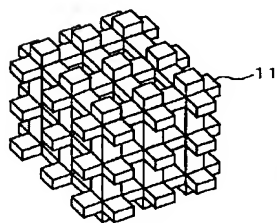
【図7】



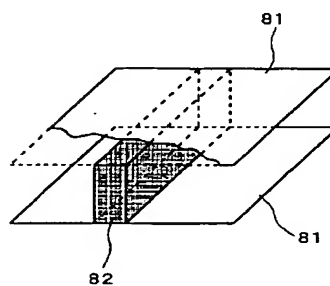
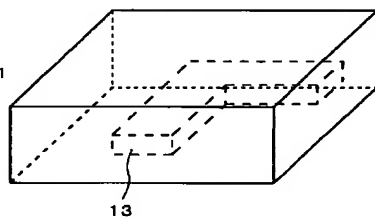
【図10】



【図8】



【図9】



* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
(11) [Publication No.] JP, 2001-237616, A (P2001-237616A)
(43) [Date of Publication] August 31, Heisei 13 (2001. 8. 31)
(54) [Title of the Invention] Transmission line
(51) [The 7th edition of International Patent Classification]
H01P 3/16
[FI]
H01P 3/16
[Request for Examination] Un-asking.
[The number of claims] 5
[Mode of Application] OL
[Number of Pages] 8
(21) [Application number] Application for patent 2000-376354 (P2000-376354)
(22) [Filing date] December 11, Heisei 12 (2000. 12. 11)
(31) [Application number of the priority] Japanese Patent Application No. 11-353515
(32) [Priority date] December 13, Heisei 11 (1999. 12. 13)
(33) [Country Declaring Priority] Japan (JP)
(71) [Applicant]
[Identification Number] 000003067
[Name] TDK Corp.
[Address] 1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo
(72) [Inventor(s)]
[Name] Takahashi **
[Address] 1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo Inside of TDK Corp.
(74) [Attorney]
[Identification Number] 100101214

[Patent Attorney]
[Name] Morioka Right tree

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

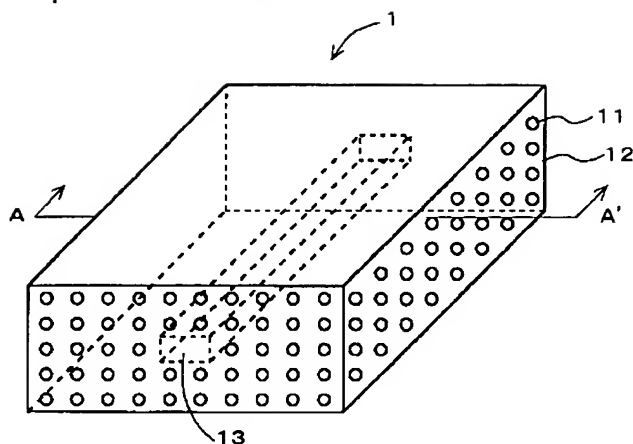
Epitome

(57) [Abstract]

[Technical problem] This invention aims at offering the transmission line suitable for demonstrating a low loss transmission characteristic about the transmission line used with a RF band, and its manufacture approach.

[Means for Solution] The transmission line 1 is equipped with the low dielectric constant ingredient section 11 as the 1st dielectric which forms the three-dimensions period structure which bears work of a predetermined cut-off frequency band, the high dielectric constant ingredient section 12 as the 2nd dielectric, and the waveguide field 13 that does not hold a predetermined cut-off frequency band as a main component. The 1st and 2nd dielectrics are formed with the dielectric materials containing a ceramic ingredient.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The transmission line characterized by providing the following The 1st dielectric which has the 1st specific inductive capacity The 2nd dielectric which has said 1st specific inductive capacity and the 2nd different specific inductive capacity Periodic structure which arranged said 1st and 2nd dielectrics with the predetermined period The predetermined cut-off frequency band prescribed to prohibit propagation of a predetermined electromagnetic wave based on said the 1st and 2nd specific inductive capacity and said periods with a RF band

[Claim 2] It is the transmission line which is the transmission line according to claim 1, and is characterized by said periodic structure being the three-dimensions period structure where said 1st and 2nd dielectrics were arranged to three dimensions with the predetermined period.

[Claim 3] It is the transmission line characterized by being the transmission line according to claim 1 or 2, and forming said 1st and 2nd dielectrics with the dielectric materials containing a ceramic ingredient.

[Claim 4] It is the transmission line characterized by being the transmission line according to claim 3, and coincidence baking being possible for the dielectric materials of said 1st and 2nd dielectrics.

[Claim 5] The transmission line characterized by including the transmission field in which it is the transmission line given in claim 1 thru/or any 1 term of 4, and said periodic structure is not formed.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the transmission line used mainly with a high frequency band (a microwave band, a submillimeter wave band, a millimeter wave band, or a Submillimeter band shall be included in this application).

[0002] This invention uses and is suitable for the transmission line which has the predetermined cut-off frequency band which constitutes the resonator used in a satellite communication device, mobile communication equipment, a radio device, RFs and ultrahigh frequency communication equipment, those base stations, etc. and an oscillator, a directional coupler, a fork road, a filter, the circuit board for IC, etc.

[0003]

[Description of the Prior Art] The transmission line is used as a basic technique which constitutes a resonator, a filter, etc. from a microwave band in the RF and ultrahigh frequency communication link covering a

submillimeter wave band, a millimeter wave band, and a Submillimeter band. With the microwave band, a stripline, a KOPURENA track, or a TORIPU rate track is widely used for this transmission line, and the NRD track is used for it in the millimeter wave band.

[0004] In the conventional microwave band transmission line, the stripline, the KOPURENA track, and the TORIPU rate track are constituted by forming in the front face or the interior of a polymer ingredient or a ceramic ingredient the electrode which consists of metals, such as copper (Cu) and silver (Ag), for example as indicated by "microwave" (University of Tokyo Press, 1983). In the millimeter wave band, in the Japan patent No. 2692328 official report, as shown in drawing 10, the NRD track which consists of a configuration which put the dielectric strip 82 in the metal section 81 is used as the transmission line, for example.

[0005] On the other hand, photograph nick Crystal with a photograph nick band gap aims at the application to the optical waveguide for optical transmission systems, an optical filter, etc., and the example in which the refractive-index change field was formed is indicated by JP, 11-218627, A.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in a stripline or a KOPURENA track, since the electrode for transmission is arranged on the external surface of the dielectric section, there is electromagnetic-field radiation loss of a under [exterior air], and there is a problem that loss of the whole transmission line is large. Moreover, since the track for transmission which electromagnetic field are concentrating is exposed to external surface, it is easy to be influenced of an external world noise.

[0007] Although the above-mentioned problem is not generated in a TORIPU rate track, in order to form an electrode in the interior of a dielectric, an opening, a crack, and delamination arise from generating of an electrode and a dielectric interface reaction, or atomic diffusion arises, and there is a problem which the quality of a product does not fix. Moreover, to use a ceramic ingredient to the dielectric section, the time and effort which develops separately the dielectric which can be sintered precisely is required of low temperature which an electrode does not fuse.

[0008] In the NRD track, since there are many configuration members, assembly has taken high cost. Moreover, the demerit that a transmission characteristic becomes unstable also exists from assembly variation. It is unsuitable for integration from the format of combining a separate

metal plate and a dielectric strip, and since the combination with other devices is difficult, constraint is added to the product development of high frequency and an ultrahigh frequency module.

[0009] Since all the transmission lines of a stripline and a KOPURENA track, a TORIPU rate track, and a NRD track consist of the dielectric section and the metal section, not only the dielectric loss originating in dielectric materials but the metal loss by the metal section is added to the transmission loss. Moreover, since a metal with large specific gravity is contained, there is also a trouble that a device becomes heavy.

[0010] About photograph nick crystal, all the present techniques are for optical communication, and the semi-conductor is used for the ingredient and they have the problem that the wavelength compaction effectiveness will be small to use with the low dielectric constant property to a high frequency band and an ultrahigh frequency band, and a device will become large. Furthermore, between semiconductor materials, since the ratio of specific inductive capacity is small, the cut-off frequency band in a RF band and an ultrahigh frequency band will become narrow. For example, the silicon (Si) of 12.0 and specific inductive capacity are slightly obtained [the ratio of one 1.1 times the specific inductive capacity of this] for specific inductive capacity between the gallium arsenide (GaAs) of 13.1. moreover, the combination of for example, an ion-exchange method and an ultraviolet radiation exposure, a photolithography, and reactive ion etching is needed for photograph nick Crystal formation as a semi-conductor process, and very complicated -- and -- high -- the cost production process is demanded.

[0011] The purpose of this invention is to offer the transmission line suitable for demonstrating a low loss transmission characteristic.

Moreover, the purpose of this invention is to offer the transmission line which can manufacture often [repeatability] and cheaply the transmission line suitable for demonstrating a low loss property.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The 1st dielectric with which the above-mentioned purpose has the 1st specific inductive capacity, and the 2nd dielectric which has said 1st specific inductive capacity and the 2nd different specific inductive capacity, It is attained by the transmission line characterized by having the periodic structure which arranged said 1st and 2nd dielectrics with the predetermined period, and the predetermined cut-off frequency band prescribed to prohibit propagation of a predetermined electromagnetic wave based on said the 1st and 2nd specific inductive capacity and said periods with a RF band.

It is the transmission line of above-mentioned this invention, and said periodic structure is characterized by being the three-dimensions period structure where said 1st and 2nd dielectrics were arranged to three dimensions with the predetermined period.

[0013] Moreover, it is the transmission line of above-mentioned this invention, and said 1st and 2nd dielectrics are characterized by being formed with the dielectric materials containing a ceramic ingredient. Furthermore, the dielectric materials of said 1st and 2nd dielectrics are characterized by coincidence baking being possible. Moreover, it is the transmission line of above-mentioned this invention, and is characterized by including the transmission field in which said periodic structure is not formed.

[0014]

[Embodiment of the Invention] The transmission line by the gestalt of 1 operation of this invention is explained using drawing 1 thru/or drawing 9 . First, the configuration of the outline of the transmission line by the gestalt of this operation is explained using drawing 1 and drawing 2 . Drawing 1 is the perspective view showing an example of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band concerning the gestalt of this operation, and drawing 2 shows the cross section cut by the A-A' line of drawing 1 .

[0015] The transmission line 1 by the gestalt of this operation is equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band. The transmission line 1 is equipped with the low dielectric constant ingredient section 11 as the 1st dielectric which forms the periodic structure which bears work of a predetermined cut-off frequency band, the high dielectric constant ingredient section 12 as the 2nd dielectric, and the waveguide field (transmission field) 13 that does not hold a predetermined cut-off frequency band as a main component. Moreover, you may make it use the low dielectric constant ingredient section 11 as the 2nd dielectric, using the high dielectric constant ingredient section 12 as the 1st dielectric, as shown in drawing 4 .

[0016] The transmission line 1 by the gestalt of this operation here explains the principle which a predetermined cut-off frequency band generates. In a RF and an ultrahigh frequency band, in a vacuum, when the electromagnetic wave of wavelength λ spreads the inside of the matter of specific-inductive-capacity ϵ , the wavelength compaction effectiveness will happen and it will actually be transmitted as a wave of $\lambda/\sqrt{\epsilon}$. If the boundary condition of a

period a exists in this matter, when fulfilling the following conditions, the Bragg reflection by which an incident wave is erased by the reflected wave inside will occur.

[0017]

[Equation 1]

$$\frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_r}} = 2a \quad (1)$$

[0018] As for the electromagnetic wave which has the above wavelength in [this matter] three dimensions with the dielectric with which specific inductive capacity differs if periodic structure was formed, the propagation to all directions is intercepted. That is, it is [0019] when the matter has the boundary condition of a period a to x , y , and all the directions of z .

[Equation 2]

$$f = \frac{c}{2a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

[0020] ***** can already exist as a wave. However, c is the velocity of light. Thus, the cut-off frequency band which prohibits all propagation to all the directions in the matter can be made by forming the periodic structure of three dimensions with the dielectric with which specific inductive capacity differs, and controlling the period and specific inductive capacity. The above is theoretically considered from a mask well equation. The following equation which described electromagnetic field [0021]

[Equation 3]

$$\text{rot } \vec{E}(\vec{r}, t) + \frac{\partial \vec{B}(\vec{r}, t)}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

但し、

\vec{B} : 磁束密度

\vec{E} : 電界

\vec{r} : 座標

t : 時間

[0022] since ***** is considered

[Equation 4]

$$\Delta \vec{E}(\vec{r}, t) = -\frac{1}{c^2} \times \frac{\partial^2 \vec{E}(\vec{r}, t)}{\partial t^2} \quad (4)$$

[0023] ***** Since three dimension periodic structure is considered, to this matter, the same Bloch's theorem as the usual crystal is materialized, and it is the primitive translation vector [several 5] of a periodic lattice.

\vec{a}

It is alike, it receives and is [0024].

[Equation 6]

$$\vec{v}_{kn}(\vec{r} + \vec{a}) = \vec{v}_{kn}(\vec{a}) \quad (5)$$

但し、 \vec{v} は周期的ポテンシャル

If a ***** vector valued function is used, the eigenfunction of a formula (3) will be [0025].

[Equation 7]

$$\vec{E}_{kn}(\vec{r}) = \vec{v}_{kn}(\vec{r}) \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}) \quad (6)$$

It can express. It is here and is [0026].

[Equation 8]

\vec{k}

[0027] The wave vector in a ***** Brillouin zone and n are integers which specify a band. Wave vector [several 9]

\vec{k}

It is shown by the formula (7) and the conditions of Bragg reflection for ***** to start diffraction are [0028].

[Equation 10]

$$(\vec{k} + \vec{G})^2 = k^2 \quad (7)$$

[0029] Wave vector [several 11]

\vec{k}

**, [Equation 12]

$$\vec{k} = \pm \frac{1}{2} \vec{G} = \pm \frac{n\pi}{\vec{a}} \quad (8)$$

[0030] It becomes. Here, three-dimensions period structure is considered to be a crystal the same way, and it is a vector [several 13].

\vec{G}

It is *****. When Bragg reflection occurs one after another, a wave will be in the condition of a standing wave which can progress in no direction, and this standing wave is the following two progressive waves [0031].

[Equation 14]

$$\exp(i\vec{k} \cdot \vec{r})$$

$$\exp(-i\vec{k} \cdot \vec{r})$$

[0032] It can think by *****. When this progressive wave exists in the periodic structure by the dielectric with which specific inductive capacity differs in three dimensions, those potential energy will differ and the cut-off frequency band equivalent to the band gap of a crystal which prohibits propagation of an electromagnetic wave will be produced.

[0033] Now, a ceramic ingredient, a glass composite material, etc. which have the property that specific inductive capacity is low are used for drawing 1 and drawing 2 by return and the low dielectric constant ingredient section 11. Since it is so advantageous that the ratio of the specific inductive capacity of the low dielectric constant ingredient section 11 and the high dielectric constant ingredient section 12 is large in order to form a broadband cut-off frequency band, the specific inductive capacity of the low dielectric constant ingredient section 11 is so good that it is small. Although it is not impossible to use the air whose specific inductive capacity is 1.0 as the low dielectric constant ingredient section 11, either, a glass subject's dielectric materials are used in consideration of the dependability and reinforcement of a product. For example, the BaO-SiO₂-aluminum₂O₃-B-2O₃ system ingredient proposed by Japanese Patent Application No. No. 091941 [11 to], a SiO₂ system ingredient, a B-2O₃ system ingredient, a 2 MgO-SiO₂ system ingredient, an aluminum₂O₃ system ingredient, an aluminum₂O₃-TiO₂ system ingredient, a ZrO₂ system ingredient, etc. are preferably used from the low dielectric constant and low dielectric loss.

[0034] A ceramic ingredient, a glass composite material, etc. which have the property that specific inductive capacity is high are used for the high dielectric constant ingredient section 12. As mentioned above, in order to form a broadband cut-off frequency band, the specific inductive capacity of the high dielectric constant ingredient section 12 is so good that it is large. For example, the BaO-Nd₂O₃-TiO₂-B-2O₃-ZnO-CuO system ingredient and aluminum₂O₃-TiO₂ system ingredient which were proposed by Japanese Patent Application No. No. 70005 [11 to], A TiO₂

system ingredient, a BaO-Bi₂O₃-Nd₂O₃-TiO₂ system ingredient, A BaO-Bi₂O₃-Nd₂O₃-TiO₂-SrTiO₃ system ingredient, A BaO-PbO-Nd₂O₃-TiO₂ system ingredient, a BaNd₂Ti₅O₁₄ system ingredient, A BaSm₂Ti₅O₁₄ system ingredient, a Ba(Zn, Nb) O₃ system ingredient, a BaTi₄O₉ system ingredient, A Ba₂Ti₉O₂₀ system ingredient, a TiO(Zr, Sn) 4 system ingredient, a Ba(Zn, Ta) O₃ system ingredient, a Ba(Mg, Ta) O₃ system ingredient, a MgTiO₃-CaTiO₃ system ingredient, etc. are desirable especially from the high dielectric constant and low dielectric loss.

[0035] Since the waveguide fields 13 are parts other than periodic structure, they do not have a predetermined cut-off frequency band. Therefore, what kind of ingredients, such as a ceramic ingredient and a glass composite material, may be used for the waveguide field 13. Preferably, the ingredient which holds a low dielectric loss property in the propagation frequency of the transmission line is advantageous because of the field which bears propagation of an electromagnetic wave. When it takes manufacturing cheaply into consideration, it is desirable to overlap and use the ingredient of the low dielectric constant ingredient section 11 or the high dielectric constant ingredient section 12 for the waveguide field 13.

[0036] In order to maintain a cut-off frequency band at stability, and in order to abolish the temperature dependence of a transmission characteristic, the specific-inductive-capacity temperature coefficient of the low dielectric constant ingredient section 11, the high dielectric constant ingredient section 12, and the waveguide field 13 has a desirable direction near zero. In that case, the transmission line which covers a large temperature requirement and can guarantee the stable frequency temperature characteristic can be supplied. However, it is not this limitation when it equips with the device in which a temperature drift is compensated outside even when the temperature stability of the low dielectric constant ingredient section 11, the high dielectric constant ingredient section 12, and the waveguide field 13 is bad.

[0037] In the transmission line 1 equipped with the three-dimensions period structure of having the predetermined cut-off frequency band produced by the above-mentioned configuration Since electromagnetic wave invasion into periodic structure is prohibited when the frequency in a predetermined cut-off frequency band formed from the periodic structure by the low dielectric constant ingredient section 11 and the high dielectric constant ingredient section 12 spreads, it will concentrate to the waveguide field 13 and all electromagnetic waves will be spread along this waveguide field 13. Therefore, the low loss transmission line

which any radiation loss other than the transmission line does not generate is obtained. Moreover, since it is possible to produce the waveguide field 13 in the closing structure which does not touch the exterior, it is influenced [no] of an external world noise.

[0038] In addition, according to the structure of the gestalt of this operation, since the indispensable metal-electrode section is not used in the conventional transmission line, metal loss does not contribute to loss of the transmission line, but efficient transmission is attained. furthermore, since the metal-electrode section is not contained, the opening and crack which an interface reaction does not generate between a metal electrode and a dielectric and in which counter diffusion does not occur, or delamination generates and is lightweight -- etc. -- an advantage is mentioned. A device product can be supplied now with stably and sufficient repeatability according to these descriptions.

[0039] In addition, since the transmission line 1 by the gestalt of this operation calcinates a dielectric of a different kind at once as compared with the NRD track shown in drawing 10 and it can produce (it is said that coincidence baking is possible), there are few component parts, and since it does not need like an erector, it is the description that a stable product is also easily [cheaply and] producible.

[0040] Since the transmission line 1 by the gestalt of this operation is easy to integrate, it can be applied by making the transmission line into the basic configuration section to a resonator, an oscillator, a directional coupler, a fork road, a filter, the circuit board for IC, etc.

[0041] In addition, in case the periodic structure by the above-mentioned low dielectric constant ingredient section 11 and the high dielectric constant ingredient section 12 is formed, the manufacture approach of having which process of a sheet lamination process, a press-forming process, presswork, a spreading process, an ink jet process, a bubble jet process, a sputtering process, a vacuum evaporation process, a CVD process, a crystal growth process, a photolithography process, an etching process, a fusing process, an adhesion process, and a mounting process, or the manufacture approach by those combination is used. it is thereby, like a semi-conductor process -- very complicated -- and -- high -- the merit which does not need a cost production process is obtained.

[0042]

[Example] Hereafter, the transmission line 1 by the gestalt of this operation is concretely explained using an example.

The transmission line 1 equipped with the three-dimensions period

structure of having a predetermined cut-off frequency band by the [example 1] example 1 has the structure shown in drawing 1 and drawing 2 which were already explained. The BaO-SiO₂-aluminum203-B-203 system ingredient whose specific inductive capacity is 6.4 is used for the low dielectric constant ingredient section 11. Specific inductive capacity is using both the BaO-Nd203-TiO₂-B-203-ZnO₂-CuO system ingredients that are 75.4 for the high dielectric constant ingredient section 12 and the waveguide field 13. In the combination by these ingredients, in periodic structure, since the ratio of one 11.8 times [no less than] the specific inductive capacity of this is realizable, a broadband cut-off frequency band is realizable.

[0043] Next, the manufacture approach of the transmission line 1 by this example is explained using drawing 3 . Drawing 3 (a) - (d) is a perspective view explaining the production process of the transmission line 1. As first shown in drawing 3 (a), it distributes to an organic vehicle, the fine-particles ingredient which ground and produced the BaO-Nd203-TiO₂-B-203-ZnO₂-CuO system ingredient used as the high dielectric constant ingredient section 12 is applied on a film with a doctor blade method as a coating, and green sheet 12a is produced.

[0044] Next, as shown in drawing 3 (b), the BaO-SiO₂-aluminum203-B-203 system ingredient which is the low dielectric constant ingredient section 11 diluted with the organic solvent is distributed to an organic vehicle, and a printing coating is created. This coating is printed on green sheet 12a. Since this process is the screen-stencil which used the screen mask, it can form the low dielectric constant ingredient section of desired configuration magnitude like dot form 11a shown in drawing 3 (b).

[0045] Three-dimension period structure as shown in drawing 3 (d) is producible by piling up green sheet of two or more sheets 12a with dot 11a produced with the above procedure, as shown in drawing 3 (c), supplying it to metal mold, and carrying out a laminating by thermocompression bonding. However, the layer which includes the waveguide field 13 which broke down periodic structure in either of the green sheet 12a which performs superposition contains. Then, the transmission line 1 which calcinated the dielectric of a different kind at once can be obtained by performing baking after dividing into a desired configuration.

[0046] In this example, since the waveguide field 13 is formed with the high dielectric constant ingredient, it is possible for there to be the wavelength compaction effectiveness of a propagation frequency and to meet the request of downsizing besides the advantage of low transmission

loss. Since the wavelength in a dielectric is in inverse proportion to the square root of specific inductive capacity, compared with using a waveguide, $1/8.7$ ($=1/\sqrt{75.4}$) of miniaturizations can be realized, and $1/6.0$ ($\sqrt{2.1/75.4}$) of miniaturizations can be realized compared with the NRD track using Teflon (trademark).

[0047] The transmission line 1 by [example 2] this example 2 is shown in drawing 4. Drawing 4 is the perspective view showing the transmission line 1 equipped with the period structure of-dimensional [2] of having a predetermined cut-off frequency band concerning this example. Specific inductive capacity uses the Ba₂Ti₉O₂₀ system ingredient of 38.8 for the low dielectric constant ingredient section 11 and the high dielectric constant ingredient section 12 which two or more columnar structure objects arrange periodically using the SiO₂ system ingredient whose specific inductive capacity is 3.6 in the waveguide field 13.

[0048] Next, the manufacture approach of the transmission line 1 by this example is explained using drawing 5. Drawing 5 (a) - (e) shows the production process of the transmission line 1. First, as shown in drawing 5 (a), using the fine-particles ingredient which ground and produced the Ba₂Ti₉O₂₀ system ingredient which is the high dielectric constant ingredient section 12, it distributes to an organic vehicle and green sheet 12a is produced on a film with a doctor blade method as a coating. By the same technique, green sheet 11a of the SiO₂ system ingredient which is the low dielectric constant ingredient section 11 is also produced.

[0049] Next, as shown in drawing 5 (b), on green sheet of one sheet 12a produced with the high dielectric constant ingredient, low dielectric constant ingredient green sheet of two or more sheets 11a is supplied to metal mold in piles, and it laminates by thermocompression bonding.

[0050] Next, it removes until dry etching performs etching using a predetermined mask from a substrate top face (it is related with green sheet 11a, and is the field of green sheet 12a and the opposite side) and high dielectric constant ingredient substrate 12a exposes the low dielectric constant ingredient 11 of a predetermined field, as shown in drawing 5 (c), and the hole of the shape of two or more cylinder arranged periodically is formed.

[0051] next, it is shown in drawing 5 (d) -- as -- an epitaxial crystal growth method -- using -- up to a substrate top face -- the high dielectric constant ingredient 12 -- a cylinder-like hole -- as it forms inside and is shown in drawing 5 (e), the transmission line of the period structure of-dimensional [2] is producible by deleting high dielectric constant substrate 12a of the lowest layer. As a hole is not

formed in a substrate center section, the waveguide field 13 which broke down periodic structure is arranged. Then, the transmission line 1 equipped with the period structure of-dimensional [2] of having the predetermined cut-off frequency band which calcinated the dielectric of a different kind at once can be obtained by calcinating, after dividing into a desired configuration.

[0052] In this example, since the waveguide field 13 is formed with the low dielectric constant ingredient, besides the advantage of low transmission loss, it is effective in speeding up velocity of propagation, and can respond to a high-speed communication link. In addition, the velocity of propagation in a dielectric medium (phase velocity) is in inverse proportion to the square root of specific inductive capacity.

[0053] In [example 3] this example 3, work of the cut-off frequency band in the transmission line 1 equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band is clarified with electromagnetic-field calculus. The three-dimensions period structure model 2 of this example 3 has the structure shown in drawing 6 , the ingredient of 4.0 is used for the low dielectric constant section 11, and specific inductive capacity uses [specific inductive capacity] the ingredient of 42.4 for the high dielectric constant section 12. In drawing 6 , the period of periodic structure, i.e., main spacing of 12 dots of high dielectric constant sections, was set to 4.5mm, and the radius of 12 dots of high dielectric constant sections was set to 0.80mm (pulse duty factor 0.1). Count precision was high to electromagnetic-field calculus, and the time domain finite difference method (FD-TD) by which compaction of computation time is achieved was used for it. Although the result of the simulation by the above model structure was shown in drawing 7 , the cut-off frequency band with large broadband and attenuation was checked. Therefore, in the transmission line 1 equipped with three-dimensions period structure, it turns out that the cut-off frequency band practical enough is provided.

[0054] Not only the gestalt of the above-mentioned implementation but various deformation is possible for this invention. For example, as shown in drawing 8 , three-dimension period structure is also realizable by forming the low dielectric constant ingredient section 11 in a mesh configuration. Moreover, as shown in drawing 9 , the propagation direction of an electromagnetic wave can be changed into arbitration by bending the waveguide field 13 to a L character mold, the character type of KO, etc.

[0055]

[Effect of the Invention] According to this invention the above passage, the transmission line equipped with-dimensional [2] or three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band suitable for demonstrating a low loss transmission characteristic can be offered. Furthermore, the transmission line equipped with-dimensional [2] or three-dimensions period structure of having the predetermined cut-off frequency band which was suitable for demonstrating a low loss property as effectiveness of this invention can be manufactured often [repeatability] and cheaply.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the example 1 of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view of the example 1 of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 3] It is the schematic diagram showing the manufacture approach of the example 1 of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 4] It is the perspective view showing the example 2 of the transmission line equipped with the period structure of-dimensional [2] of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 5] It is the schematic diagram showing the manufacture approach of the example 2 of the transmission line equipped with the period structure of-dimensional [2] of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 6] It is the perspective view of the example 3 of the three-dimensions period structure model which has a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of one example of this invention.

[Drawing 7] It is the transmission characteristic Fig. of the example 3 of the three-dimensions period structure model which has a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of one example of this invention.

[Drawing 8] It is the perspective view showing the modification of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 9] It is the perspective view showing other modifications of the transmission line equipped with the three-dimensions period structure of having a predetermined cut-off frequency band by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 10] It is the perspective view showing the conventional NRD track.

[Description of Notations]

1 Transmission Line

2 Three-Dimensions Period Structure Model

11 Low Dielectric Constant Ingredient Section

12 High Dielectric Constant Ingredient Section

13 Waveguide Field

81 Metal Plate

82 Dielectric Strip

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

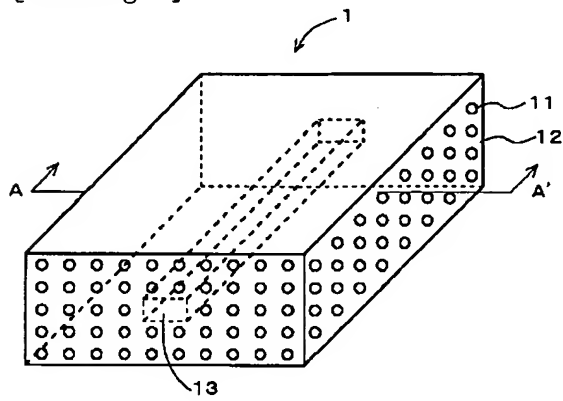
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

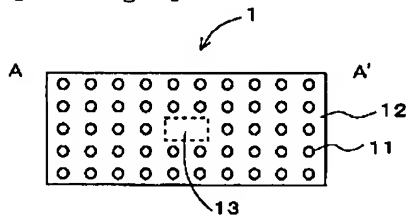
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

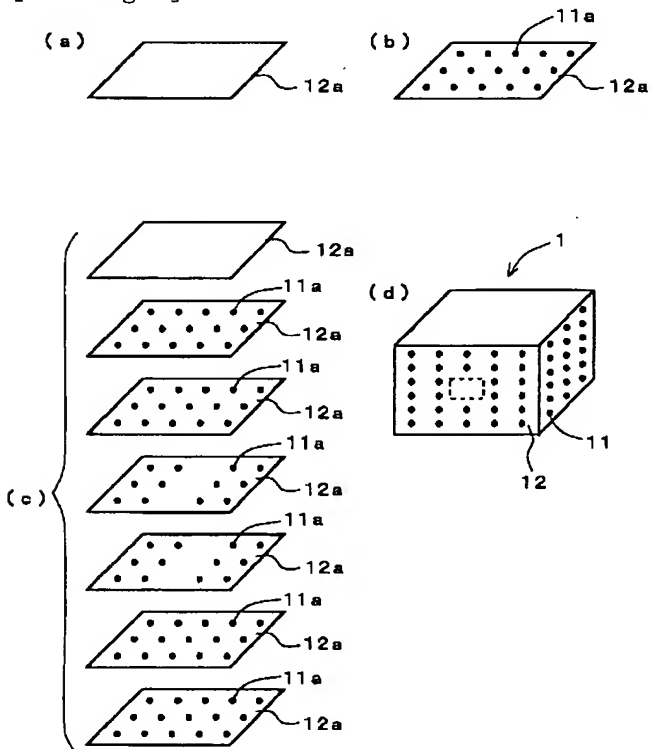
[Drawing 1]



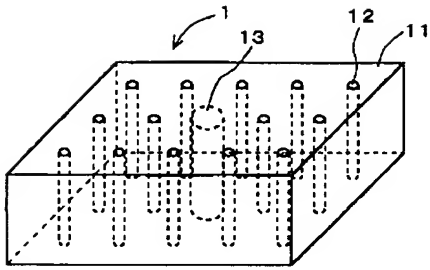
[Drawing 2]



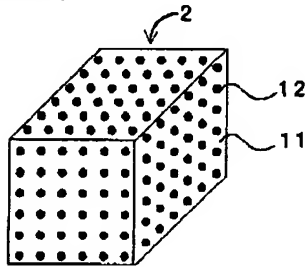
[Drawing 3]



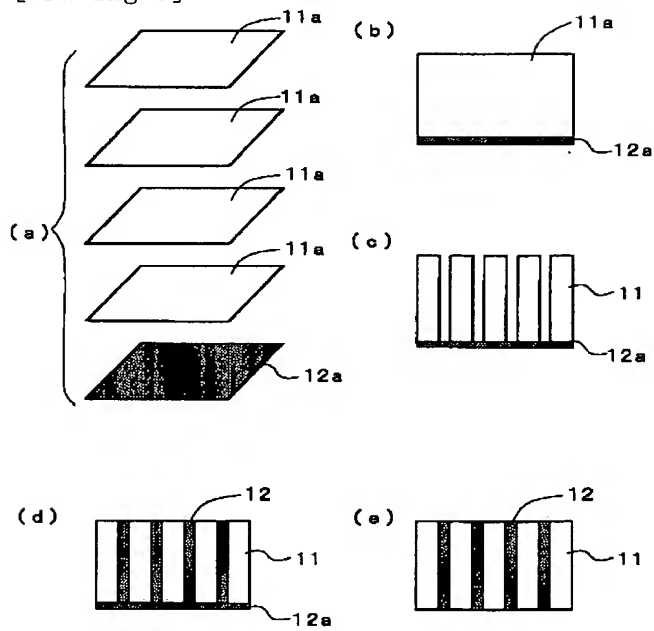
[Drawing 4]



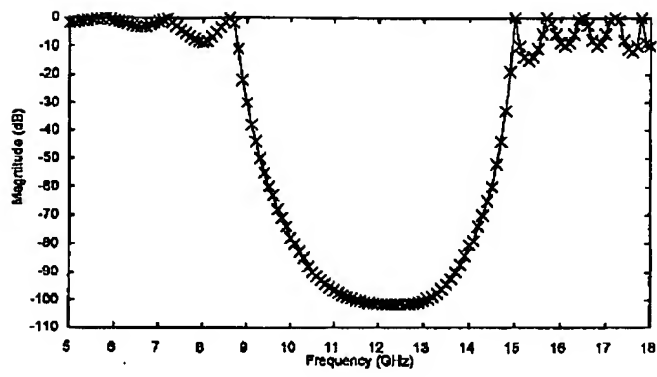
[Drawing 6]



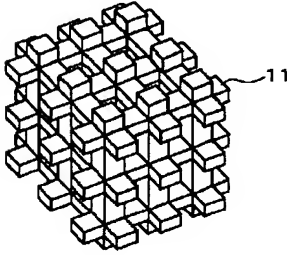
[Drawing 5]



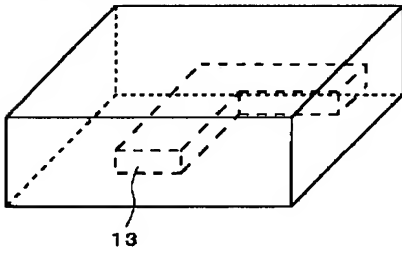
[Drawing 7]



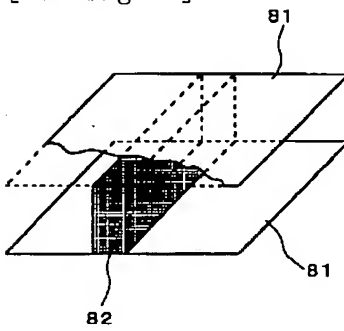
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]